



# Betydelsen av en komplex jordartsgeologi för bärighet och drivningsplanering

*The significance of complex  
soil geology for bearing capacity and forest harvest planning*

**LINNÉA OLSSON**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2019:06

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Betydelsen av en komplex jordartsgeologi för bärighet och drivningsplanering

The significance of complex soil geology for bearing capacity and forest harvest planning

Linnéa Olsson

**Handledare:** Torbjörn Valund, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2019

**Omslagsbild:** Provtagningspunkt för prov nummer 7. Foto: Linnéa Olsson.

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2019:06

**Nyckelord:** jordsammansättning, markskador, markfuktighet



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## **Förord**

En skogsmästarexamen vid Skogsmästarskolan kräver att studenten under det tredje och sista året skriver ett självständigt arbete på C-nivå, vilket motsvarar 15 högskolepoäng.

Min studie handlar om vikten av en god kännedom om marken och dess bärförmåga när en utför planering inför drivning på skogsmark. Jag valde detta område eftersom jag anser att planering är A och O i skogsbruket för att vi ska få fortsätta med skogsbruk som vi gör idag – med frihet under ansvar.

Genomförandet av denna studie har krävt hjälp från flera håll för att det ska ha blivit ett så bra arbete som möjligt. Med detta skulle jag vilja tacka Mats Olsson för att ha hittat intressanta provpunkter, Hans Högberg för hjälp med sedimenteringsarbetet och min handledare Torbjörn Valund som ställt upp med litteratur, som bollplank och instruktioner för laborationen.

Skinnskattebergs herrgård, mars 2019

Linnéa Olsson



# Innehåll

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUKTION</b>	<b>5</b>
1.1 TERRÄNGTYPSCHEMAT	5
1.2 HISTORIK	7
1.3 RIDDARHYTTAN OCH MALINGSBO	8
1.4 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR	10
<b>2. MATERIAL OCH METODER</b>	<b>11</b>
2.1 MEKANISK ANALYS	12
2.2 DIGITAL ANALYS	14
2.3 BEDÖMNING AV GRUNDFÖRHÅLLANDEKLASS	15
<b>3. RESULTAT</b>	<b>19</b>
3.1 PUNKT ETT	19
3.2 PUNKT TVÅ	19
3.3 PUNKT TRE	21
3.4 PUNKT FYRA	22
3.5 PUNKT FEM	24
3.6 PUNKT SEX	26
3.7 PUNKT SJU	26
3.8 PUNKT ÅTTA	27
<b>4. DISKUSSION</b>	<b>29</b>
4.1 RESULTATEN	29
4.2 VAD VET VI IDAG?	29
4.3 TOLKNING OCH TILLÄMPNING	30
4.4 BRISTER I STUDIEN	32
4.5 SLUTSATSER	33
<b>5. REFERENSLISTA</b>	<b>35</b>
5.1 PUBLIKATIONER	35
5.2 ICKE PUBLICERAT MATERIAL	36
5.3 INTERNETDOKUMENT	36
5.4 BILD/FIGUR FÖRTECKNING	36

<b>6. BILAGOR</b>	<b>37</b>
6.1 KARTA	38
6.2 BLANKETT MEKANISK ANALYS	39
6.3 NOMOGRAM OCH DIAGRAM FÖR SIKTKURVA	40
6.4 SAMMANSTÄLLT ÖVERSIKTLIGT RESULTAT	42

## Sammanfattning

Vid drivningsplanering i skogsmark är kunskapen om markens bärighet av stor vikt. Planeringen ska utföras så att risken för markskador från de tunga skogsmaskinerna uteblir. I samband med inlandsisens reträtt från landskapet svallades de finare kornstorlekarna ut ur moränmarkerna för att samlas på lägre belägen mark som sedimentsmarker. Inom spannet från grövre moränmark till finare sedimentsmark varierar grundförhållandeklasserna (del av den planeringsmässiga bedömningen av grundförhållande, ytstruktur och lutning).

Syftet med denna studie var att påvisa betydelsen av den komplexa jordartsgeologin för bärighet och drivningsplanering. Studien skulle även utöka informationen för ett antal punkter på den s.k. Geologislingan som finns belägen i Riddarhyttan med omnejd.

En mindre litteraturstudie utfördes i inledningen av arbetet för att stärka den basala kunskapen om ämnet. Efter en insamling av material i fält påbörjades bearbetning i laboratorium för att därefter analysera framtagna data digitalt.

Resultatet fastställde de olika provernas benämningar och dess grundförhållandeklass på respektive punkt. På de i landskapet lägre belägna punkterna, var finjorden dominerande och på de högre punkterna visades en betydligt mer jämt fördelad korngruppsfördelningskurva upp. Även markfuktighetens betydelse för grundförhållandeklassen påvisades.

Några slutsatser ur studien är att variationen i normala grundförhållanden i ett område kan vara stora och att två lokaler med liknande korngruppsammansättningar kan ha olika grundförhållandeklassning beroende på hur stor markfuktigheten är. Något som kvarstår att undersöka är den enskilda avverkningstraktens variation i grundförhållande och bärighet.

Nyckelord: jordsammansättning, markskador, markfuktighet





## Summary

When doing harvest planning, the knowledge of the soil's bearing capacity is of great importance. The planning must be carried out so that damage on forest soil from the heavy forest machines does not occur. In connection with the inland ice retreat from the landscape, the finer grain sizes were swelled out of the moraine fields to gather on lower ground as sediment land. Within the range from coarser moraine land to finer sediment land, the ground condition classes (part of the planning assessment of the ground condition, surface structure and slope) vary.

The purpose of this study was to demonstrate the importance of the complex soil geology for bearing capacity and harvest planning. The study would also extend the information for a number of points on the so-called "Geoslingan" (Geologic path) located in Riddarhyttan and in the surrounding area.

A minor literature study was carried out at the beginning of the study to strengthen the basic knowledge of the subject. After a collection of material in field, processing was started in the laboratory and subsequently analysed the data digitally.

The result determined the names of the different samples and their ground condition class at each point. At the lower locations in the landscape, the fine soil was dominant and at the higher locations a much more evenly distributed texture distribution curve was shown. The importance of soil moisture for the ground condition class was also demonstrated.

Some conclusions from the study are that the variation in normal ground conditions in an area can be large and that two locations with similar texture compositions can have different ground condition classification depending on the soil moisture. Something that remains to be investigated is the variation of the ground condition and bearing capacity at a single felling location.

Key words: soil composition, land damage, soil moisture



# 1. Introduktion

Vid planering i skogsmark när det gäller stora tunga maskiner är det viktigt att ha förståelse för när det finns risk för markskador - detta i både ett ekologiskt och ekonomiskt perspektiv (Persson 2013). Markskadorna eller markpåverkan som kan uppstå vid körning med skogsmaskiner i terrängen kan ge kemiska, fysikaliska, biologiska, hydrologiska och estetiska effekter och de flesta av dessa kan vara svåra att bestämma (Sonesson et al. 2012). För att underlätta detta finns ett hjälpmedel vid namn Terrängtypschemat. Denna schablon har använts länge och används än idag för att få en anvisning om vad marken har för grundförhållandeklass vilket i sig kan ge en föraning om vad marken har för bärighet. Den egenhändigt anskaffade kunskapen om markens grundförhållande och bärighet är dock viktigare än bara en schablon vid drivningsplanering, men terrängtypschemat kan ändå vara en fingervisning (Persson 2013). Grundförhållandet och erfarenheten säger oss mycket om hur bärigheten är under normala förhållanden. Med det i aktning bör bärigheten ifrågasättas från plats till plats och för vart tillfälle, då markfuktigheten efter ett ihållande regn eller extensiv snösmältning skulle kunna äventyra bärigheten (Malmberg & Granström 1981). Väderlek, tidpunkt på året och val av maskintyp är därför också saker som spelar in. En trakt med sämre bärighet kan under vintertid och tjäle eller en torr sommar ha bättre förutsättningar än under höst eller vår med regn (Persson 2013).

## 1.1 Terrängtypschemat

Terrängen delas in efter tre egenskaper när terrängtypschemat används; grundförhållande, ytstruktur och lutning (Persson 2013). Dessa tre är de huvudsakliga bedömningspunkterna men det finns ytterligare fyra punkter som kan användas vid grundligare bestämning; markytans bearbetsningsmotstånd, blockkvot, trädrester och stubbar samt snö (Berg 1995). Varje egenskap bedöms enligt instruktioner i handledningen "Terrängtypschema för skogsbruk" och de tre egenskaperna bedöms på en skala mellan ett och fem beroende på hur terrängen i fält ser ut (se tabell 1). Skalan för grundförhållande är liksom de andra ett (1) till fem (5), där ett är mycket goda grundförhållanden, två är mellanklass, tre är medelgoda grundförhållanden, fyra är mellanklass och fem är mycket dåliga grundförhållanden. Vid bedömning av grundförhållande enligt terrängtypschemat tas hänsyn endast till markfuktighet och jordart. Andra egenskaper så som stenar, block eller rötter som kan utgöra armering (d.v.s. förstärkning) av marken anges inte i diagrammet. Terrängtypschema för skogsbruk anger dock att om armeringen är så bra att den avsevärt förstärker marken, kan en högre bärighetsklass anges.

Ytstrukturen behandlar framkomlighet i terrängen avseende block och sten. På denna skala är ett (1) mycket jämn markyta, två (2) är mellanklass, tre (3) är något ojämn markyta, fyra (4) är mellanklass och fem (5) är mycket ojämn markyta.

Lutningen på lokalen kan även den klassificeras och anges i procent (%) eller grader (°). På denna skala är ett (1) plan mark eller svag lutning, två (2) är mellanklass, tre (3) är måttlig lutning, fyra (4) är mellanklass, och fem (5) är stark

lutning. För att bedöma dessa tre klasser behövs spade för grundförhållandebedömning, ett måttband för ytstruktur och en lutningsmätare eller höjdmätare för lutning. (Berg 1995).

**Tabell 1.** Definitioner på varje faktor (grundförhållande (G), ytstruktur (Y) och lutning (L)) och dess klasser (1-5) där 1 är bäst förhållanden och 5 är sämst förhållanden (enligt: Berg 1995)

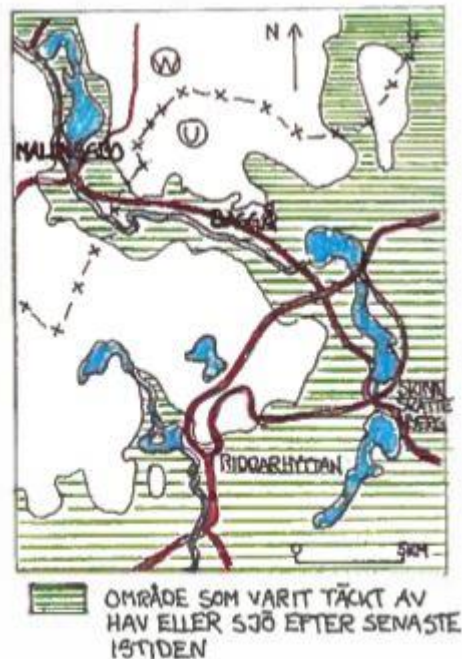
<b>G Innebörd</b>	
<b>1</b>	Mycket goda grundförhållanden (där det i allmänhet går att köra året om)
<b>2</b>	Mellanklass (där det går bra att köra året om men en ska iaktta försiktighet vid tjällossning och höstregn)
<b>3</b>	Medelgoda grundförhållanden (där en ska vara försiktig under perioder med hög markfuktighet och i lågt liggande terrängpartier)
<b>4</b>	Mellanklass (där armering som till exempel stenar och trädrötter har stor betydelse och bärigheten är tveksam för tunga maskiner när det inte finns någon tjäle)
<b>5</b>	Mycket dåliga grundförhållanden (där hjulfordon bara kan användas då marken är frusen)
<b>Y</b>	
<b>1</b>	Mycket jämn markyta (där en inte har några som helst problem med större block eller sten)
<b>2</b>	Mellanklass
<b>3</b>	Något ojämn markyta (där en kan återfinna några enstaka större block)
<b>4</b>	Mellanklass
<b>5</b>	Mycket ojämn markyta (där en återfinner både större och mindre hinder i riklig eller måttlig mängd)
<b>L</b>	
<b>1</b>	Plan mark eller svag lutning (0–10 procents lutning eller 0-6 grader)
<b>2</b>	Mellanklass (10–20 procent eller 6-11 grader)
<b>3</b>	Måttlig lutning (20–33 procent eller 11-18 grader)
<b>4</b>	Mellanklass (33–50 procent eller 18-27 grader)
<b>5</b>	Stark lutning (över 50 procents lutning eller 27 graders lutning)

Grundförhållande är alltså den del av Terrängtypschemat som kommer behandlas i denna rapport.

## ***1.2 Historik***

Marken var på världen vilar är av fundamental betydelse och skogsbruket utgör därvid inget undantag. Den utgör grunden för skogen dess produktion i dubbel bemärkelse – både bokstavligt och bildligt. Med de kemiska och fysikaliska egenskaperna marken har kan jordmånen ovan berggrunden vara kall, varm, torr, våt, högproduktiv eller lågproduktiv. Jordmånen är en viktig faktor för skogsbruket på flera olika sätt. Inom marklära brukar en skilja på två markslag; fastmark och torvmark. Fastmark definieras som ståndorter med mineraljord eller håll inom 30 cm från markytan och torvmark som ett sammanhängande torvjordslager vars tjocklek överstiger 30 cm. Fastmarken består vanligtvis av 4 huvudkomponenter: organiskt- och oorganiskt material, luft och vatten medan torvmarkens respektive är organiskt material, luft samt vatten.

För att få en djupare insyn i hur landskapets geologi och dess jordarter ser ut och varför de ser ut på ett visst sätt kan kunskapen om hur dessa uppstått vara god att ha med sig. När de små glaciärerna som för ca 70 000 år sedan fanns växte ihop och skapade en större glaciär, den så kallade inlandsisen, ökade även trycket på marken på grund av dess enorma tyngd. Isens rörelser fram eller tillbaka fungerade som en enorm hyvel. Denna naturliga hyvel bearbetade landskapet därunder och genom bland annat frostsprängning bröt isen loss block och stenar från berggrunden. Vid fortsatt rörelse maldes dessa ned till ännu mindre kornstorlekar – storleken berodde på materialets hårdhet samt isens tryck mot berggrunden. Isen fungerar även som en sorts sandpapper då sten och block som frusit fast i bottenisen skaver grunden under dessa och i vissa fall lämnar repor, så kallade isräfflor.



**Figur 1.** Karta över området mellan Malingsbo, Riddarhyttan och Skinnskatteberg som visar områden som varit täckt av hav eller sjö efter den senaste istiden (randigt) och områden som legat ovan vatten (vit) (Ishavets sträckning, Hedlin u.å.).

Efter att isen börjat smälta tillkom naturligt stora mängder vatten från denna. Smältvattnet och dess strömningshastighet har i hög grad präglat både markens bördighet och landskapets utformning. Vid smältningen har glaciära avlagringar bildats. De kan delas in i två huvudgrupper; morän och isälvsmaterial. Morän är krossat berggrundsmaterial och lösa jordlager som isen fört med sig och som sedan stannat där isen sedan avsmält. Isälvsmaterialen är i vardagligt tal sediment (sorterat material) och utgörs även de av krossat berggrundsmaterial samt lösa jordlager. Skillnaden är att dessa bearbetats under isen i tunnlar eller sprickor till finare material och sedan sedimenterats i takt med att hastigheten i isälvarna avtog. Karaktäristiska drag för morän är att beståndsdelarna är relativt obearbetade, alltså har skarpa kanter. Detta kan ställas i relation till de sedimentära partiklarna i isälvsmaterialen där hörn och kanter är slipade och har rundade former (Lundmark 1986).

### ***1.3 Riddarhyttan och Malingsbo***

På sina ställen är Hedströmmen idag endast en smal å. Under istidens reträtt var dock hela Hedströmmens dalgång en drygt 15 km lång och 1 till 3 km bred vik. Detta har utmynnat i att vi i denna dalgång finner en del svallade moräner och en del svallsediment i mitten av fåran som idag är den nuvarande Hedströmmen (se figur 2).



**Figur 2.** Kartbild över aktuellt område inom Malingsbo, Riddarhyttan samt Skinnskatteberg (Lantmäteriet 2019).

I området kring Plöjningen utanför Malingsbo återfinns inaktiva och vegetationsbeksidda sanddynor. Dessa dynor består av vindsediment – material som placerats av vinden - och kallas flygsand eftersom de ofta består av just fin- och mellansand (Norrlin 2010). På sina ställen finner man även isälvsdeltan som i själva verket är lämningar efter isälvarna och dess mynningar där älven mötte det grunda ishavet och materialet som forslades fram med älven började sedimentera. Vi finner ett sådant fält utanför Riddarhyttan som kallas Riddarhyttfältet (Yrgård u.å.).

Längs med dessa platser som beskrivs ovan har naturgeologen Anders Yrgård under 1990-talet varit initiativtagare till vad som kallas Geologislingan (i folkmun Geoslingan). Geologislingan är en naturled som går genom landskapet beskrivet ovan (Lindeqvist 2011 Länk A). Geologislingan är 11 mil lång och går bland annat genom Malingsbo, Baggådalen och Riddarhyttan. Slingan kan upplevas som delar eller hela slingan till fots, till häst, på cykel eller med bil (Upplev Skinnskatteberg 2019 Länk B).

### ***1.4 Syfte och avgränsningar***

Syftet med denna studie är att på olika platser i området kring Riddarhyttan och Malingsbo finna de vanligaste jordarterna och genom fördjupade jordartsanalyser påvisa och jämföra dess innebörd för bärighet och drivningsplanering.

Eftersom kvarvarande spår efter istiden är många i detta område har avgränsningar i arbetet gjorts genom restriktivt val av lokaler för provtagning i fält. Punkterna ska representera skillnaderna som finns i landskapet.



## 2. Material och metoder

Utöver syftet beskrivet i 1.4 ämnar detta arbete utöka befintlig information om ett antal punkter på den så kallade Geoslingan där den lokala komplexa jordartsgeologin påverkats av inlandsisens framfart med stora variationer som följd.

Arbetet begränsades först från 25 punkter längs hela geoslingan till 12 punkter förlagda i delen i området kring Riddarhyttan. Vid vidare samtal med de ansvariga för arbetsförslaget, reviderades förslaget i sin helhet och vid ett senare möte presenterades ett förslag om åtta punkter från Mats Olsson, professor i marklära vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Punkterna var med god känsla för terräng och jordarter utlagda på åtta olika ställen med åtta olika jordarter (se bilaga 1). Dessa punkter antogs och studenten utformade ett syfte med hjälp av ansvariga för arbetsförslaget.

Med stöd av handledaren upprättades en arbetsplan som innehåller personuppgifter och kontaktuppgifter till studenten som ska utföra det självständiga arbetet, kontaktuppgifter till handledaren och eventuell extern uppdragsgivare. Vidare ska en preliminär titel presenteras samt en översiktlig tidsplan fyllas i. Därefter ska en projektbeskrivning fyllas i; bakgrund och problembeskrivning, syfte och frågeställning, material och metod (genomförande) samt riskbedömning. Arbetsplanen ska vid godkännande undertecknas av samtliga studenter och handledare.

På grund av tidpunkten på året samt den sjunkande temperaturen och den tilltagande risken för tjäle bestämdes att jordproverna skulle tas så snart som möjligt. Fältarbetet utfördes därför rent tidsmässigt under vecka 45. Inför fältarbetet lånades av Skogsmästarskolan en slungspade samt åtta stycken plastburkar med lock för transporten av materialet. Ytterligare redskap som användes var en jordsond av fabrikat Mora in Europe samt Google Kartor för avläsning av koordinater för de åtta punkterna. För navigeringen användes kartor från Lantmäteriets karttjänst Kartutskrift samt från Skogsstyrelsens karttjänst Skogens Pärlor.

Vid de åtta punkterna (bilaga 1) letades en punkt upp där det var möjligt att gräva en grop. Punkten valdes subjektivt utifrån två ”krav”;

- Närhet till markör på karta med föreslagna provpunkter
- Sannolikheten att med spade ta sig igenom markytan

Provet togs på mellan två och tre decimeters djup beroende på möjligheten att gräva djupare än två decimeter samt risken för ytterligare kontaminering i form av nedfallande förna. Provet togs direkt från gropan ned i en av plastlådorna och var tilltaget för att täcka eventuellt svinn i senare processer. Då prov ett och två även hade krav att ligga ovan respektive nedan högsta kustlinjen bedömdes utifrån omgivningen samt kartor från Lantmäteriverket med angivna höjdkurvor.

Samtliga åtta prover medtogs till laboratoriet på Skogsmästarskolan för att genomgå en mekanisk analys – siktnings och slamning och torrsiktning.

### **2.1 Mekanisk analys**

Vid den mekaniska analysen uppmättes 500 gram av vardera materialet i varsin separat aluminiumform på en digital våg från Vetek (Radwag, WPS 600) med maximivikt 600 g och minimivikt 0.5 g. Provet om 500 gram rensades så gott som ren från organiskt material och torkades 3 timmar i en ugn av märket Elektro Helios (ventilerad) vid en konstant temperatur på  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ . Det torkade provet siktades sedan i en siktningsmaskin av märket Retsch, modell AS 200 (se figur 3). Vid denna första siktnings användes siktar med maskstorlekar 8,4 samt 2 millimeter (mm) samt lock och botten. Sikten ställdes in att under 20 minuter göra periodiska skakningar. Detta upprepades för varje enskilt prov. Efter siktningen vägdes de olika kornstorlekarna inklusive det material som hamnade i botten på siktsetsen. Värdena infördes till en blankett utformad som i bilaga 2 under "A)".

Utav materialet som hamnat i botten på siktsetsen (storlek  $< 2\text{ mm}$ ) togs 100 gram från varje prov ut för vidare studier. För att kunna fortsätta behövdes även ett dispergeringsmedel som löser upp sammankittade partiklar, s.k. aggregat. Detta utfördes genom att tillsätta 13,3 gram natriumpyrofosfat till 1 liter destillerat vatten och blanda noga.



**Figur 3.** Siktningsmaskin av fabrikat Retsch, modell AS 200 med basmaskinen underst och de olika siktarna fastskruvade ovanpå varandra. Foto: Linnéa Olsson.

Provet om 100 gram fördes efter uppmätning ned i en sedimentationskolv utav glas. I kolven tillsätts 100 ml 0,05 M natriumpyrofosfat samt 300 ml destillerat vatten. Innehållet i sedimenteringskolven skakades sedan i 12 timmar i vändapparaten för mekanisk dispergering. För att minska risken för blandningen att läcka ut genom någon springa mellan sedimenteringskolvens topp och maskinens förseglingskomponent användes ett mellanlägg av skumplast. Efter 12 timmar var alla aggregat lösta och även de mikroskopiska lerpartiklarna fria. Vidare tillsattes så mycket destillerat vatten så att innehållet i kolven (jord + vätska) uppmätte 1000 ml vilket i förväg var utmärkt på kolven. Sedimentskolven fördes till provtagningsbordet, slammades upp med en omrörare och ned i provet sänktes en hydrometer ned utan dröjsmål. Hydrometern anger densitet, vilket kan översättas till antal gram svävande partiklar per liter vatten. Avläsningar av hydrometern skedde på i förväg bestämda tidpunkter enligt blanketten i bilaga 2 där även avlästa värden fördes in under "B)". Avläsningarna gjordes noga och med hänsyn till ytspänningen som uppstod runt hydrometern.

När den sista avläsningstidpunkten passerat återstod att ta reda på de kornstorlekar som sjönk till botten av sedimentationskolven redan de första minuterna. Provet i kolven hölls försiktigt över i en sikt med maskstorleken 0,074 mm. Provet tvättades försiktigt under strilande vatten så att en blev av med de minsta kornstorlekarna. När tvättvattnet var helt klart torkades provet åter i en aluminiumform i en konstant temperatur på  $105^{\circ}\text{C} \pm 2$  under sju timmar för att säkerställa att hela provet var genomtorkat. Vidare gjordes en till siktning med siktar med maskstorlekarna 1, 0,5 samt 0,125 mm. Innehållet i varje sikt samt det som återfanns i botten vägdes och fördes in i protokoll under "C)" (se bilaga 2).

Datat som utkom från fältarbete och efterföljande bearbetning i laboratoriet analyserades med hjälp av nomogram och diagram för framställning av siktkurvor (se bilaga 3). Genom att använda värden från blanketten i bilaga 2 under "A)" samt "C)" kunde en få fram hur stor andel av ett enskilt prov som fanns i kornstorlekarna 20–0,125 mm samt från "B)" hur stora andelar som var mindre än 0,125 mm. Eftersom kornstorlekarna under "B)" samt "C)" endast var andelar av det fullständiga provet om 500 gram användes en formel för att räkna upp samtliga kornstorlekar till den procentuella andelen av det fullständiga provet (se figur 4).

$$vT = \left( \frac{V}{100} \right) vA$$

**Figur 4.** Formel för beräkning av den totala vikten hos en kornstorlek när endast vikten vid en andels prov är känt där  $vT$  = total vikt,  $V$  = vikt på material <2 mm,  $vA$  = vikt på enskild kornstorlek.

Efter uträkning av vikten på varje kornstorlek mellan < 2 mm och <0,125 mm med formeln i figur 2 kunde dess procentuella andelar av det fullständiga provet räknas ut tillsammans med dessa kornstorlekars sammanlagda andel i procent. Genom att kornstorlekarnas sammanlagda vikt nu blev känd kunde även sedimentationsprovets vikt beräknas (Högberg 1989).

## 2.2 Digital analys

Datat som framställts genom den mekaniska analysen fördes därefter över till digitala värden och bearbetningen fortsatte. Efter att diagram för vart och ett av proven framställts för att visa både fördelningen av kornstorlekar (grov-, mellan- och finsilt/sand/grus) och korngrupper (ler, silt, sand och grus) gjordes bestämningar av jordarternas benämningar. I detta steg är det viktigt att känna till andelar av kornstorlekarna i provet då detta påverkar den slutliga benämningen (Angelstam et al. 1997).

För att komma fram till vilken benämning som skulle användas för varje prov studerades de procentuella andelarna i varje prov i MS Excel och jämfördes sedan med riktvärden som framgår i tabell 2.

**Tabell 2.** Riktvärden för indelning av mineraljordarter (ej block- och stenjordarter) efter halt av ingående kornfraktioner (kornstorlekar) enligt Karlsson & Hansbo (1981)

Kornfraktion	Halt av ingående fraktioner i viktprocent av totala jordmängden	Halt av ingående fraktioner i viktprocent av grovjord + finjord (d≤60 mm)	Halt av ler i viktprocent av finjorden (d≤0,06 mm)	Jordartsbenämning	
				Tilläggsord***	huvudord
Block*	5-20 >20			blockig mkt blockig	
Sten*	10-20 >20			stenig mkt stenig	
Grus		20-40** >40		grusig	grus
Sand		20-40** >40		sandig	sand
Silt + ler		(5-15)  15-40  >40	(<20) (≥20)  <20 ≥20  <10 10-20 20-40 >40	(ngt siltig) (ngt lerig)  siltig lerig  lerig siltig	     silt silt lera lera

\* När den sammanlagda halten av block + sten överstiger 40 viktprocent av totala jordmängden används substantivbenämningen blockjord eller stenjord, beroende på vilken av dessa fraktioner som överväger, eller block- och stenjord om fraktionerna ingår med ungefär lika mängder(...)

\*\* När såväl grus- som sandfraktionen ingår med mer än 40 viktprocent anges den procentuellt största som substantiv (ex. grus) och den andra som adjektiv (ex. grusig). För moräner har 50 % valts som övre gräns istället för 40 % och 25 % som undre gräns istället för 20 %.

\*\*\* Tilläggsbenämning med tilläggsordet "något" kan användas om det anses nödvändigt för att noggrannare karaktärisera jordarten i fråga (t ex något lerig sand).

Huvudordet (substantiv) skulle namnge den korngrupp som genom sådan anseelig mängd gett provet dess karaktär. Den näst största korngruppen som ingick i provet och ansågs vara av väsentlig betydelse skulle sedan användas som tilläggsord (adjektiv) (Karlsson & Hansbo 1981).

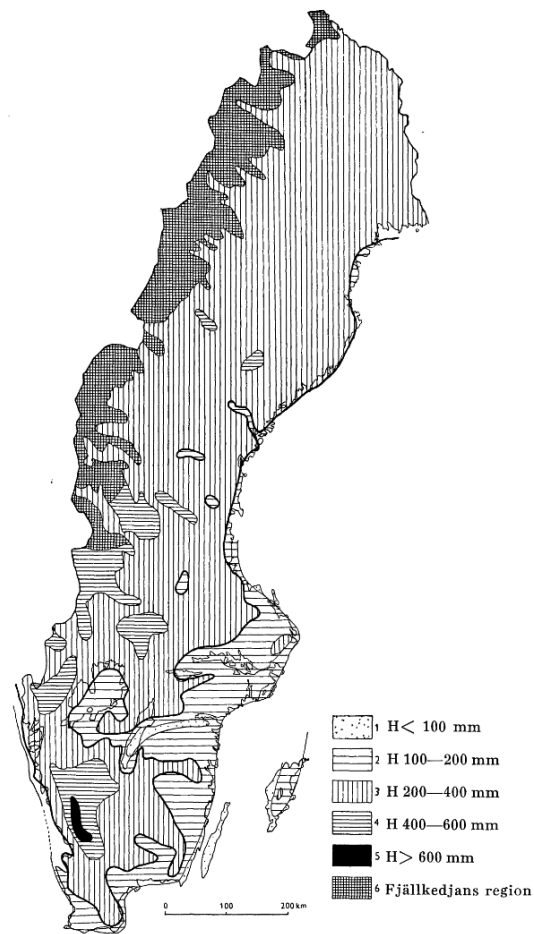
### 2.3 Bedömning av grundförhållandeklass

Provens benämningar har betydelse för att bestämma grundförhållandeklass enligt Terrängtypschema för skogsarbete (Berg 1995) (se figur 5).

Jordart	NORRA SVERIGE				SÖDRA SVERIGE	
	Skogstyp				Humiditet 200 – 400 mm	Humiditet 400 – mm
	Ristyp	Dryop- teris- ristyp	Örtis- typ	Ört- typ	Markfuktig- het	Markfuktig- het
	Skarp Torr Frisk Fuktig Våt	Torr Frisk Fuktig Våt	Torr Frisk Fuktig Våt	Frisk Fuktig Våt	Mycket torr Torr Frisk Frisk – fuktig Något vattensjuk Mycket vattensjuk	Mycket torr Torr Frisk Frisk – fuktig Något vattensjuk Mycket vattensjuk
<b>Moränmarker</b>	Grundförhållandeklass				Grundförhållandeklass	
Grusig	1 1 1 2 2	1 1 2 2	1 1 2 3	1 2 3	1 1 1 1 2 2	1 1 1 2 2 3
Sandig	1 1 2 3 3	1 2 3 3	1 2 3 3	2 3 4	1 1 2 2 3 3	1 1 2 3 3 4
Sandig – moig	1 1 2 3 4	2 3 3 4	2 3 4 4	3 4 5	1 1 2 3 4 4	1 2 3 4 4 5
Moig, mjällig, lerig	1 2 3 4 5	2 3 4 5	3 3 4 5	4 5 5	1 2 3 4 4 5	2 3 4 4 5 5
<b>Sedimentmarker</b>						
Grus	1 1 1 1 2	1 1 1 2	1 1 1 2	1 1 2	1 1 1 1 1 2	1 1 1 1 2 2
Grovsand	2 2 1 2 3	2 1 2 3	2 2 2 3	2 3 3	2 2 1 1 2 3	2 1 1 2 3 3
Mellansand	2 2 2 3 4	2 2 3 4	2 2 3 4	2 3 4	2 2 2 2 3 4	2 2 2 3 4 4
Grovmo	2 2 2 3 4	2 2 3 4	2 3 4 5	3 4 5	2 2 2 3 4 5	2 2 3 4 5 5
Finmo, mjäla, ler	2 2 3 4 5	2 3 4 5	3 4 5 5	4 5 5	2 2 3 4 4 5	2 3 4 4 5 5
Torvmarker	5				5	

**Figur 5.** Diagram för bedömning av grundförhållande i norra och södra Sverige. Humiditet låg – medel representerar humiditet på 200–400 mm och hög humiditet representerar  $\geq 400$  mm (Berg 1995).

Det aktuella området bedömdes ligga i södra Sverige samt bedömdes med hjälp av en humiditetskarta (se figur 6) (Lundmark 1986) ha en humiditet på låg till medel. Samtliga punkter förutom punkt 5 ansågs vara moränmarker. Genom att följa diagrammet vertikalt samt horisontellt erhöles en skärningspunkt i diagrammet och därefter kunde grundförhållandeklassen marken har enligt terrängtypschemat utläsas. Eftersom Berg i figur 5 använder sig av Atterbergs korngruppsskala krävdes även en viss parallell översättning vid avläsningen till SGF 1984's korngruppsskala vilket kan ses i diagrammet "sikturva" i bilaga 3. Klassningen utgår från den litteratur som förekommer i rapporten och referenslistan.



**Figur 6.** Sverige indelat i 6 olika humiditetsregioner (Tamm 1959).

Markfuktighetsklassen som är ett ingångsvärde i figur 5 vid bedömning av grundförhållandeklass, bedömdes utifrån tabell 3.

**Tabell 3.** Beskrivning av markfuktighetsklasserna torr, frisk, fuktig och blöt mark (Skogskunskap 2019 Länk C)

	<b>Beskrivning</b>
<b>Torr mark</b>	Grundvattenytan ligger djupare än 2 meter. Kullar, markerade krön och åsryggar är ofta torr mark. Plan mark med tjocka lager av grövre jordarter, grovmo, sand och grus samt platåer och flacka partier inom högre belägna terrängavsnitt med grund jordlager utgör ofta torr mark.
<b>Frisk mark</b>	Grundvattenytan ligger på 1–2 m djup. Finns såväl på plan som sluttande mark. Inga vattensamlingar och du kan gå torrskodd i lågskor även efter en regnskur. 60–70 % av den produktiva skogsmarken i Sverige utgörs av frisk mark.
<b>Fuktig mark</b>	Grundvattenytan ligger på mindre än 1 m djup. Finns på plan mark inom lågt belägna terrängavsnitt. Träden växer ofta på socklar och man kan ofta se tydliga rotben. Vattensamlingar efter snösmältning och regn kan ligga kvar under kortare perioder.
<b>Blöt mark</b>	Grundvattnet ligger i eller nära markytan. Dräneringen är dålig och du måste använda stövlar för att gå torrskodd. Barrträd kan bara undantagsvis bilda bestånd. Omfattar bara några procent av den produktiva skogsmarken. På blöt mark är skogsbruk svårt, och ofta olämpligt.



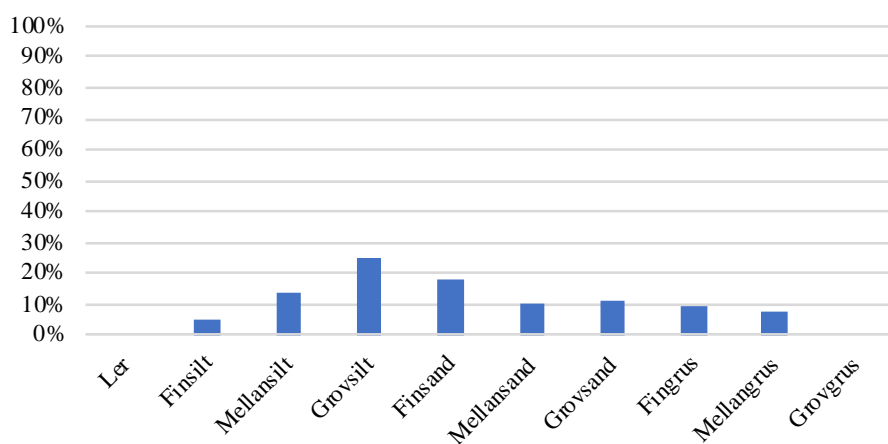


### 3. Resultat

Efter behandling av rådata och utformning av diagram och tabeller har resultatet bearbetats för att kunna framställas för läsaren på ett lättförståeligt sätt. Resultatdelen är indelad efter de åtta olika lokalerna för proven och presenteras under respektive rubrik. Samtliga koordinater är angivna i SWEREF 99 TM. Uppgifterna om höjd över havet är tagna från kartor i Lantmäteriets karttjänst och kan variera. I bilaga 4 finns en enklare och mer översiktlig sammanställning av resultaten som beskrivs i rubrik 3.1 till 3.8.

#### 3.1 Punkt ett

Punkt ett ligger nordväst om centralorten Skinnskatteberg, söder om Baggå och RV 68 (N6636439, E534073). Punkten är belägen i barrskog intill ett nedlagt hyttområde samt ett antal gruvhål, ca 187 meter över havet. Omgivningen är tämligen plan med några inslag av block. Punkten befinner sig ovan högsta kustlinjen (hädanefter kallat HK) vilket kan bedömas utifrån att studera diagrammet i figur 7 som visar hur det genom den mekaniska analysen påvisats att korn ur många olika kornstorlekar går att finna och speciellt i de mindre storlekarna (silt). Att lokalen befinner sig ovan HK bedömdes även utifrån omgivningen samt kartor med angivna höjdkurvor. Markfuktigheten bedöms vara frisk och enligt den mekaniska analysen benämns jordarten sandig silt.



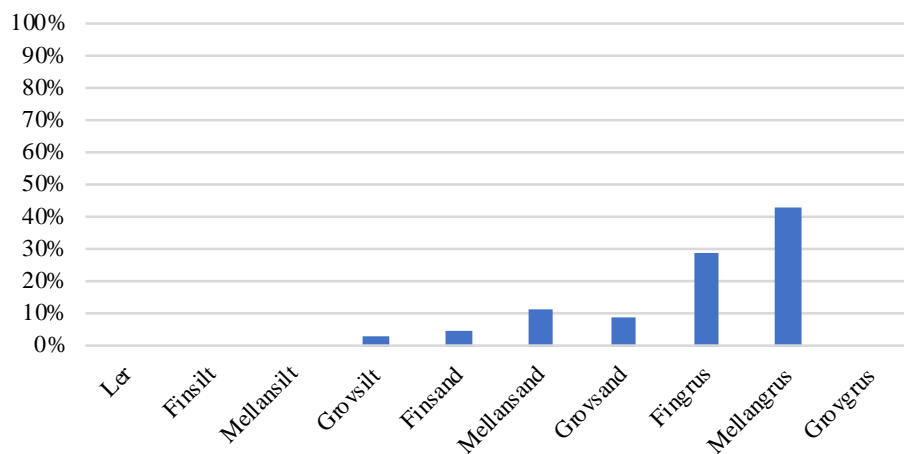
**Figur 7.** Den procentuella fördelningen av prov ett i tio kornstorlekar där grovsilt var den dominerande.

Enligt detta resultat bör grundförhållandeklassen på lokalen vara två (2).

#### 3.2 Punkt två

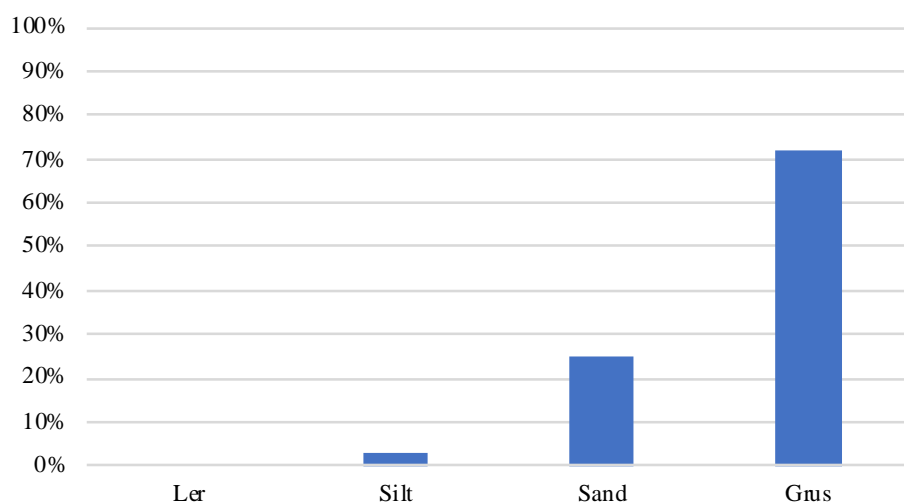
Punkt nummer två är belägen ca 530 meter öst nordöst om punkt ett, nordväst om centralorten Skinnskatteberg, söder om Baggå och RV 68 (N6636645, E534450).

Omgivningen är något mer kuperad än punkt ett och belägen ca 160 meter över havet i en relativt nyligen utförd föryngringsavverkning. Enligt spår från den tidigare utförda föryngringsavverkningen hade på platsen stått både tall och gran. Att denna lokal befinner sig nedan HK kan utläsas av dess höjd över havet samt att det i kornfördelningen tydligt framgår att koncentrationen är förlagd till fingrus och mellangrus (se figur 8) samt att de mindre kornstorlekarna är bortsvallade av ishavets vågor (d.v.s. svallad morän). Markfuktigheten bedöms vara frisk.



**Figur 8.** Den procentuella fördelningen av prov två i tio kornstorlekar där mellangrus samt fingrus är de dominerande kornstorlekarna.

Enligt den mekaniska analysen bedöms jordartens benämning vara sandigt grus då den dominerande korngruppen anses vara grus samt den efterkommande gruppen är sand (se figur 9).



**Figur 9.** Fördelning av prov 2 mellan de större korngrupperna silt, sand och grus där grus står för drygt 70 procent.

Enligt detta resultat bör grundförhållandeklassen vara ett (1) för punkt två.

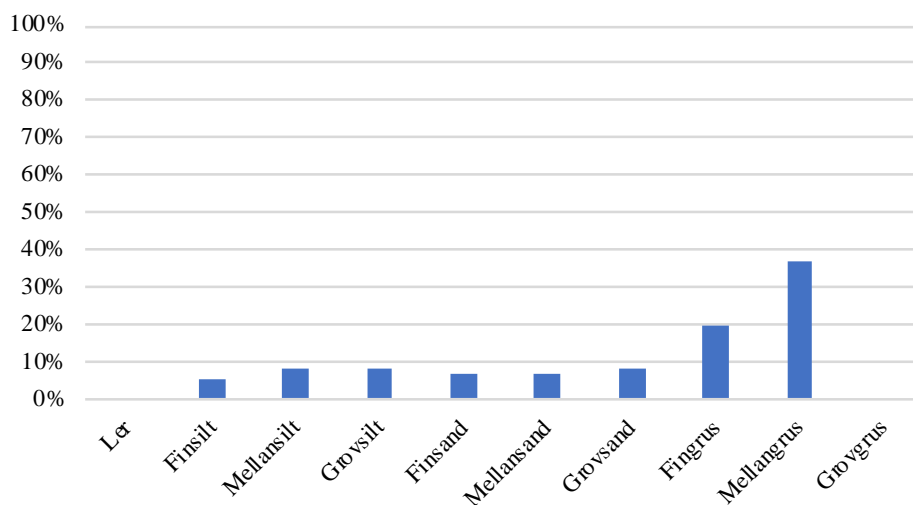
### **3.3 Punkt tre**

Punkt nummer tre är belägen 14,5 kilometer nordväst om Skinnskatteberg och sydväst om Västra Skälsjön (N6643119, E529674). Omgivningen är mellan till måttligt kuperad och bevuxen med granskog (se figur 10) och belägen ca 200 meter över havet. Platsen för punkten är i anslutning till vägkanten då området är stenbundet och rikblockigt.



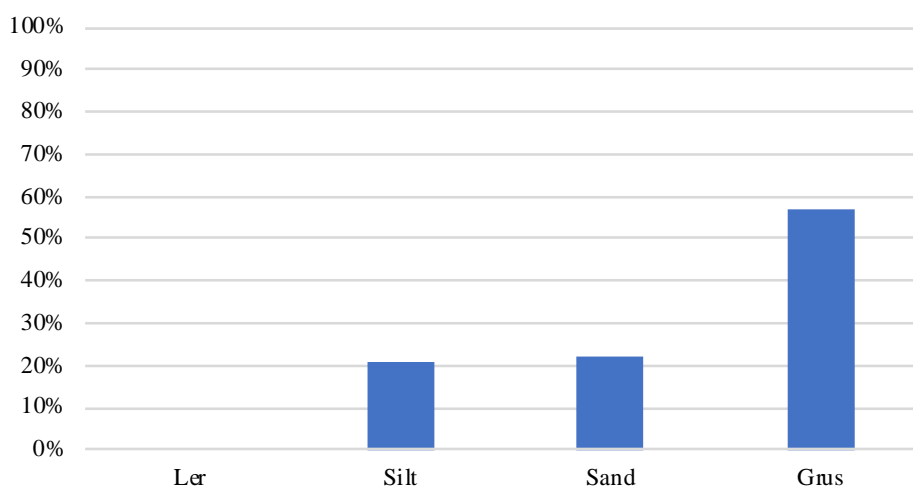
**Figur 10.** Omgivningen vid punkt tre samt utsikt över punkt tre belägen i kanten mellan skogsmarken och schaktet. Foto: Linnéa Olsson.

Provet innehöll en ganska jämn fördelning av kornstorlekar med en något större andel grus. Fördelningen mellan fin- och mellangrus illustreras i figur 11 där det framgår att provet innehöll dubbelt så mycket mellangrus som fingrus. Eftersom allt material över 20 millimeter togs bort inför den mekaniska analysen kan detta förklara den saknade stapeln av grovgrus. Markfuktigheten bedöms vara frisk.



**Figur 11.** Den procentuella fördelningen av prov tre där koncentrationen av grövre kornstorlekar som fingrus och mellangrus är högre än de finare (finsand och finare).

Eftersom fördelningen mellan kornstorlekarna kan jämföras med prov två bedöms detta prov att benämnas sandigt grus. I detta prov är dock fördelningen mellan silt och sand jämnare vilket illustreras i figur 12.



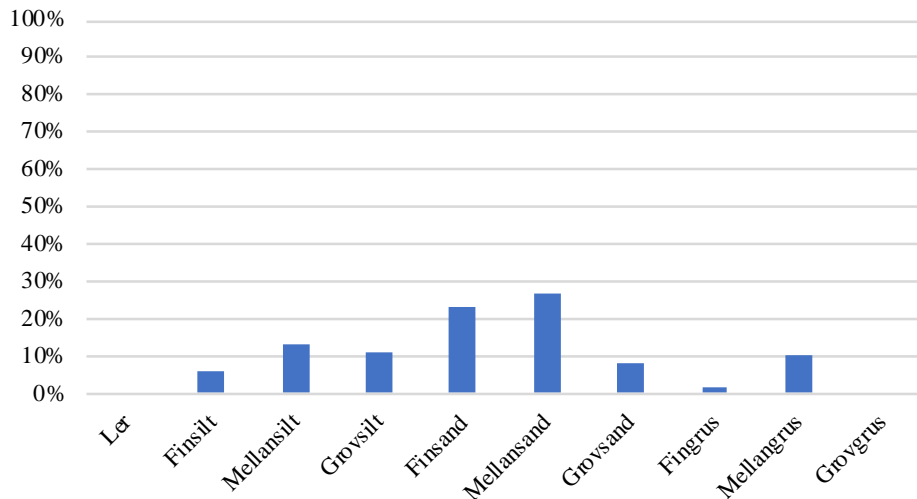
**Figur 12.** Fördelning av prov tre mellan de större korngrupperna silt, sand och grus där grus står för knappt 60 procent och silt samt sand är jämnt fördelade.

Enligt detta resultat bör grundförhållandeklassen på lokalen vara ett (1).

### 3.4 Punkt fyra

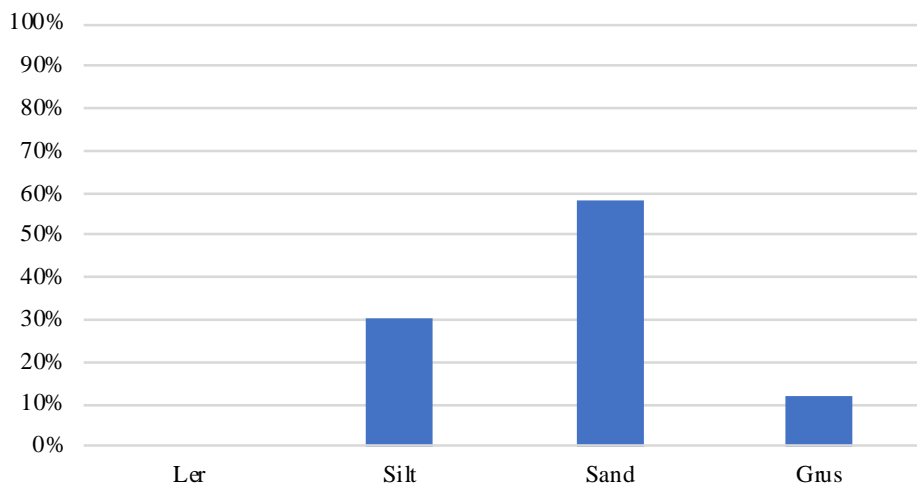
Punkt fyra är belägen nordöst om Malingsbo, ca 17 kilometer nordväst om Skinnskatteberg (N6644303, E526196). Omgivningen är svagt kuperad och bevuxen med äldre granskog i svag sluttning samt belägen ca 192 meter över

havet. Provet i fråga hade ett relativt jämnt fördelat innehåll av silt, sand och grus (se figur 13).



**Figur 13.** Den procentuella fördelningen av prov fyra där ingen av kornstorlekarna passerar 30 procent utan är relativt utspritt mellan kornstorlekarna finsilt och mellangrus.

I provet dominerar sand och silt med en låg halt av fingrus men desto mer mellangrus. Markfuktigheten bedöms vara frisk till fuktig. Utifrån detta kan vi genom figur 14 bestämma benämningen på prov fyra till siltig sand.



**Figur 14.** Fördelning av prov fyra mellan de större korngrupperna silt, sand och grus där sand står för knappt 60 procent, silt för 30 procent och grus för drygt tio procent. I detta prov återfanns ingen lera.

Enligt dessa resultat bör grundförhållandeklassen vara tre (3).



### 3.5 Punkt fem

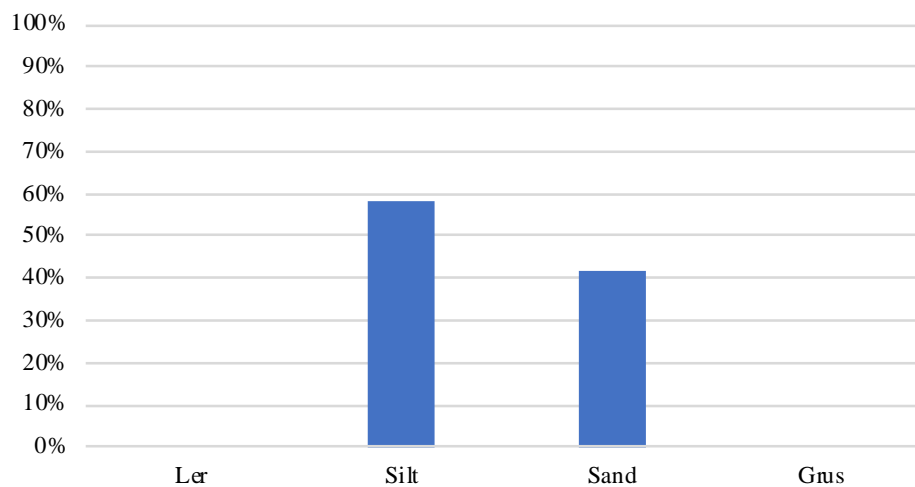
Punkt fem är belägen väst om Baggbron, åtta kilometer nordväst om Skinnskatteberg (N6638712, E534005). Omgivningen består av åkermark samt vattendraget Hedströmmen som passerar österut (se figur 15). Fältskiktet är bevuxet med olika gräsarter och punkten är belägen ca 110 meter över havet.



**Figur 15.** Omgivningen med åkermark samt Hedströmmen som flyter österut intill provpunkten. På bild för dagen assisterade Martin Viktorsson, blivande skogsmästare. Foto: Linnéa Olsson.

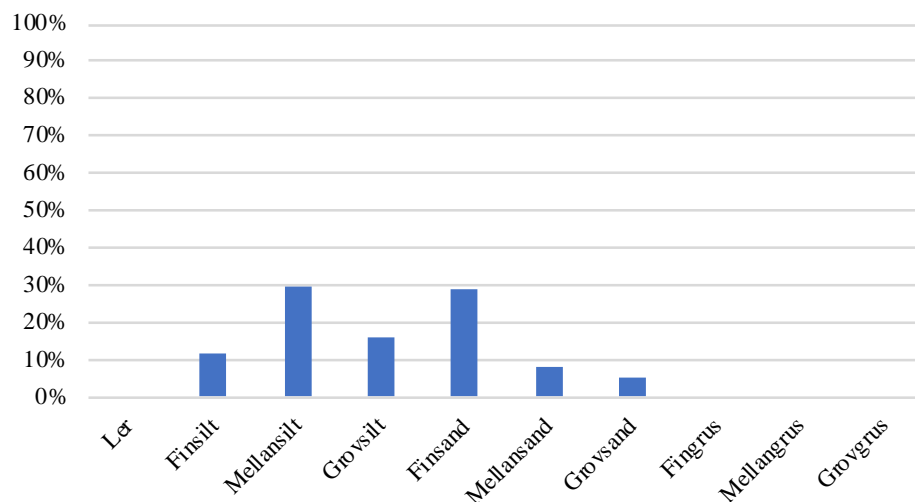
Provet på punkt fem saknade grus och inte heller kunde några lerpartiklar uppmätas i sedimenteringslaborationen. I och med detta uppgår silthalten till knappt 60 procent och sandhalten till drygt 40 procent (se figur 16).

Markfuktigheten bedöms vara frisk till fuktig.



**Figur 16.** Fördelningen av prov fem mellan de större korngrupperna silt, sand och grus där silt och sand är de dominerande och enda beståndsdelarna.

En mer detaljerad bild av innehållet i provet illustreras i figur 17 som visar att kornstorleken mellansilt dominerar tillsammans med en nästan lika stor andel finsand. Med de något lägre men ändå höga andelarna finsilt och grovsilt får provet ändå en silthalt på knappt 60 procent. Även här visas de uteblivna kornstorlekarna av grus samt lera.



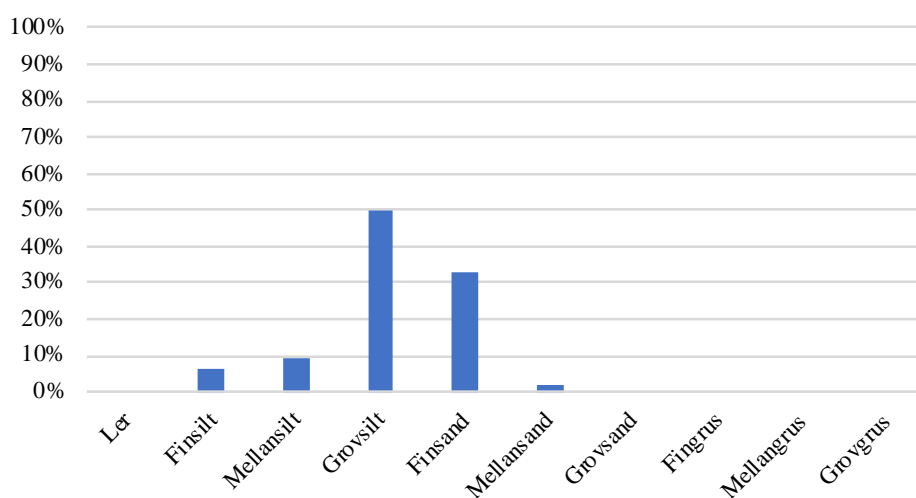
**Figur 17.** Den procentuella fördelningen av prov fem där kornstorlekarna mellansilt samt finsand dominerar.

Utifrån figur 16 och 17 kan denna jordart benämnas sandig silt och torde enligt terrängtypschemat ha grundförhållandeklassen tre (3).

### 3.6 Punkt sex

Punkt sex är belägen intill länsgränsen mellan Västmanland och Dalarna (dock i Västmanland) strax ost sydost om Malingsbo, 16 kilometer nordväst om Skinnskatteberg (N6641699, E526210). Omgivningen består av äldre granskog med några inslag av tall samt björk och är beläget ca 167 meter över havet. Området är något kuperat med mjuka höjder och sänkor även om det på platsen för provet är plant. Höjderna är bevuxna med yngre tall.

Provet utgjordes till stor del av kornstorlekarna grovsilt samt finsand. Den största enskilda kornstorleken i detta prov var grovsilt vilket i sig är relativt fint om en ser till hela skalan (se figur 18).



**Figur 18.** Den procentuella fördelningen av kornstorlekarna i prov sex där grovsilt stod för nästan 50 procent av materialet och finsand för drygt 30 procent.

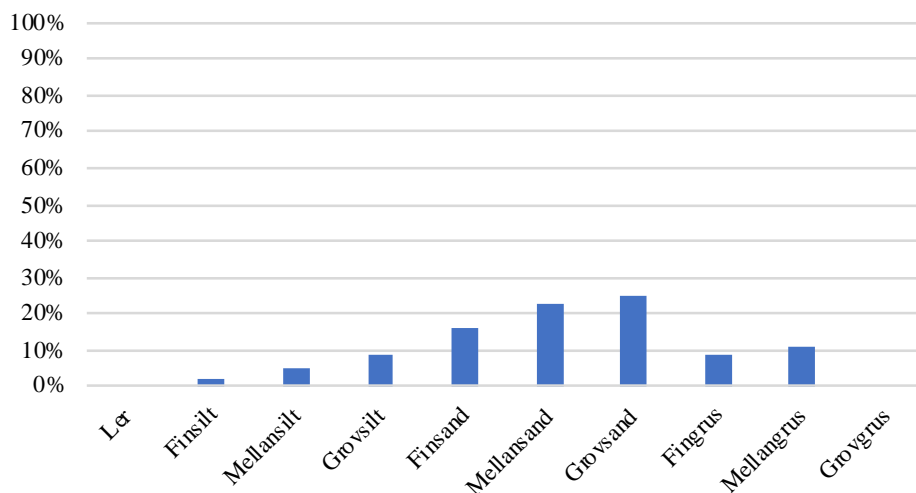
I detta prov fanns varken lera eller grus att finna så genom resultatet i figur 18 kan jordartens benämning bestämmas till sandig silt. Markfuktigheten på denna lokal bedöms vara frisk. Grundförhållandeklassen för denna typ av jordart bör således innebära två (2).

### 3.7 Punkt sju

Punkt sju är belägen nordväst om Riddarhyttan, tio kilometer väster om Skinnskatteberg (N6631639, E528608). Omgivningen är kuperad och beväxt med tallskog samt inslag av gran, beläget ca 170 meter över havet. Fältskiktet är beklätt med blåbärsris.

Det aktuella provet ses i diagrammet och påminner om vad en brukar kallar en normalfördelning. Tydligt är att sand är den stora korngruppen i detta prov - fördelat på fin-, mellan-, och grovsand (figur 19). Markfuktigheten bedöms som frisk.





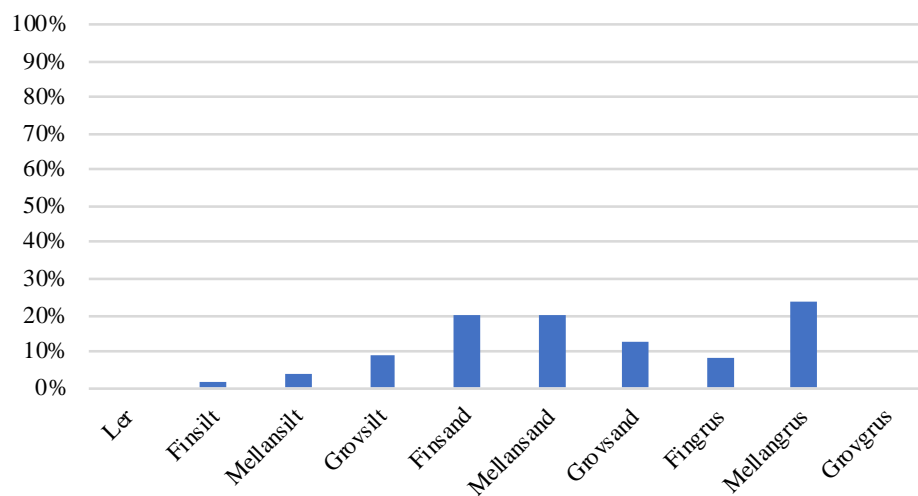
**Figur 19.** Den procentuella fördelningen av prov sju där sand är den dominerande kornstorleken medan andelarna silt och grus är på en relativt jämn nivå.

Eftersom sand är den dominerande korngruppen följt av grus bedöms jordarten benämnas något siltig sand. Grundförhållandeklassen på denna typ av jordart bör enligt terrängtypschemat vara tre (3).

### 3.8 Punkt åtta

Punkt åtta är belägen sydöst om Malingsbo på en rullstensås, 16,8 km nordväst om Skinnskatteberg (N6642690, E525595). Provpunkten är den enda av de åtta som återfinns inom naturreservatet Lustigkulle-Rågåstjärn. Omgivningen är kuperad och fältskicket består av blåbärsris samt belägen ca 190 meter över havet. Enstaka block återfinns vid en överblick och lokalen är beväxt med både gran och tall.

Provet togs ovan en rullstensås och fördelningen på de olika kornstorlekarna kan ses i figur 20. Mer än hälften av materialet återfanns som sand, cirka 30 procent var grus och resten silt. Mellangruset sticker ut med att utgöra en stor andel av gruset, medan sanden mest utgjordes av fin- och mellansand samt ca tio procent grovsand. Markfuktigheten bedömdes på lokalen vara frisk.



**Figur 20.** Den procentuella fördelningen av prov åtta vilket är relativt utspritt mellan de olika kornstorlekarna förutom ler och grovgrus.

Med hjälp av diagrammet kan en konstatera att sand står för den dominerande korngruppen följt av grus, och därmed bestämma att denna jordart bör benämnas grusig sand. Enligt terrängtypschemat ska denna typ av jordart ha grundförhållandeklassen två (2).

## 4. Diskussion

I detta avsnitt kommer resultaten som kommit fram i studien att tolkas och värderas. Slutsatser kommer att framställas i slutet av diskussionen. I denna del kommer även en del subjektiva tolkningar att förekomma till skillnad mot resterande delar i denna rapport.

### 4.1 Resultaten

På samtliga lokaler har grundförhållandeklassen bedömts i enlighet med diagrammet i figur 5 och översiktligt är grundförhållandeklassen samt bärigheten sämre ju finare material marken innehåller. Men det ska ändå påminnas om att markfuktigheten spelar en stor roll i det hela. På punkt sex innehåller marken mer silt än på punkt fem om än till största delen kornstorleken grovsilt men trots detta innehar punkt sex lägre grundförhållandeklass än punkt fem. Detta torde bero på markfuktighet samt andra faktorer som spelar roll som till exempel större stenar, block samt den omgivande vegetationens rötter som ger armering.

### 4.2 Vad vet vi idag?

I dagsläget är den genomsnittliga skogstjänstepersonen som ska utföra planeringsarbete väl utbildad i bedömning av grundförhållanden. Personen har även kunskap om vilka marker som kan bära maskiner upprepade gånger och vilka som inte passar till det. Någonstans i detta måste ändå inses att om skogsbranschen vill utnyttja skogsmarken som de gör idag så måste medvetenheten och planeringen tas upp ännu en nivå. Innebörden i planering kan inte nog tryckas på, och även vetskapen om när en föryngringsavverkning eller för den delen gallring ska avbrytas. Det finns moderna exempel på när man känt till förutsättningarna för trakten som ska avverkas och insett hur ett regn ställer till det för maskinernas bärighet men valt att fortsätta (se figur 21).



**Figur 21.** Föryngringsavverkning som på grund av utebliven tjäle samt regn fått markskador. Foto: Kent Olsson, Dalarnas Tidningar (DT).

I en artikel hos Dalarnas Tidningar från 2014 kan läsas att skogsföretaget och föreningen Mellanskog blivit anmälda av Naturskyddsföreningen för ”exceptionella körsador med meterdjupa hjulspår” vid en avverkning på Björkaberget i Gagnef, Dalarna. Mellanskogs representant i artikeln trycker på att industrin måste ha råvara trots en mild vinter, och att skadorna såklart ska återställas (Olsson 2014). Problemen med återställning av körsador i denna utsträckning är att det egentligen är mest ett estetiskt ingrepp och ett kostsamt sådant. Marken kommer fortfarande vara känslig mot bland annat erosion i flera år efteråt. Men om det däremot skulle vara en allvarlig körskada som leder ned slam, näring och smutsigt vatten i ett vattendrag kan ett åtgärdande vara av stor betydelse (Karlström 2016). Lösningen på detta torde vara att man utför en korrekt utvärdering av traktens förutsättningar, planerar utifrån detta och framför allt vågar säga stopp – innan vi får dessa körsador som vi vet kan förekomma.

Skogforsk skriver i en artikel i sin kundtidning Vision att ett komplement till markfuktighetskartorna är framtaget – lerhaltskartor. Kartorna finns för närvarande för södra Sverige samt upp till Hälsingland. Enligt resultatet från de första studierna ökar antalet körsador med lerhalten på avverkade trakter. Hur stor ökning är ännu inte fastställt (Mohtashami 2018).

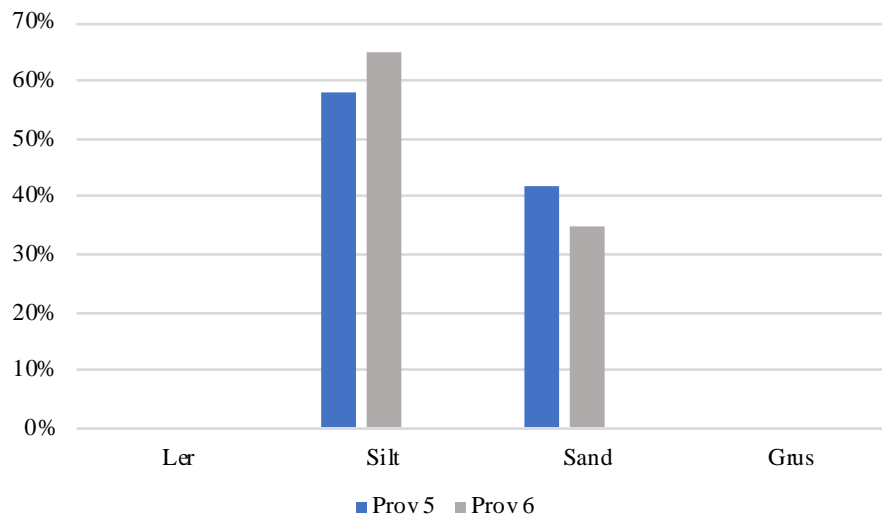
### ***4.3 Tolkning och tillämpning***

Viktigt att notera efter att ha tolkat resultaten från studien är att bärigheten på lokalerna kan förändras från dag till dag även om lokalerna har samma grundförhållandeklass. Mycket av bärigheten påverkas av markfuktighet som i sin tur beror på till exempel rörligt markvatten och nederbörd. Grundförhållandeklassen tar normalt inte hänsyn till armeringen i marken som

kan stärka bärigheten på vissa delar vilket man bör ha i åtanke vid avverkning där planeringen gjorts i god tid i förväg.

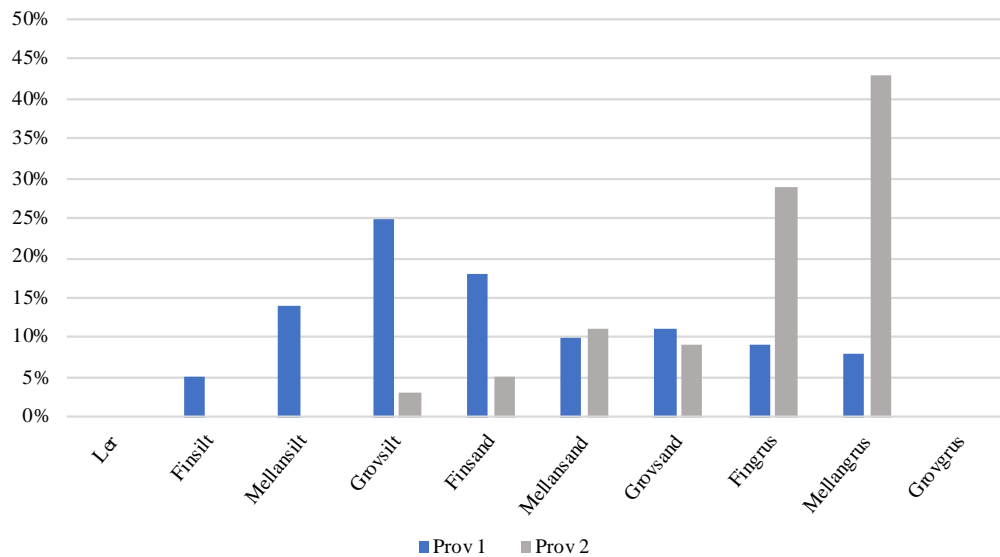
Variationen av jordartsgeologin inom ett relativt litet område är här påvisat och detta kan vara viktigt att ta hänsyn till vid avverkningsplanering av små som stora trakter. Ett bra verktyg som används i stor utsträckning idag är skogsstyrelsens markfuktighetskartor. Dessa kartor som enligt en modell visar vart grundvattnet befinner sig mindre än en meter från markytan kan i kombination med vetskapen om vart de mer finjordiga markerna befinner sig vara en väsentlig del i arbetet för att förebygga körsador och eventuella påföljder som till exempelvis slamtransporter och metylkvicksilverbildning. I ett större sammanhang kan dessa verktyg användas för att på bred front minska tidigare nämnda markskador oavsett vart i Sverige den aktuella avverkningsposten befinner sig.

Ett intressant exempel på hur mycket markfuktigheten spelar in är vid en jämförelse av punkt fem och punkt sex. Punkt fem och sex var otroligt lika i fördelningen av material på silt och sand, där punkt fem till och med innehöll grövre material än punkt sex (se figur 22). Om man avläser respektive jordart och markfuktighet i grundförhållandetabellen (se figur 5) föreligger det faktiskt en skillnad. Eftersom punkt sex har lägre markfuktighet har den även bättre grundförhållandeklass trots att jordarten är relativt lik punkt fem.



**Figur 22.** Jämförelse av korngruppsfördelningen av prov fem och prov sex där prov fem innehåller större andel grus och mindre andel silt än prov sex.

Skillnader finns även i proven som är tagna ovanför högsta kustlinjen (HK) (punkt ett) respektive nedanför högsta kustlinjen (punkt två). Vid en jämförelse (se figur 23) kan man tydligt se att punkten ovanför HK har en mer spridd kornfördelning och de finare materialen finns kvar. Detta beror antagligen på att ishavet inte nått hit och svallat bort dessa finare kornstorlekar.



**Figur 23.** Jämförelse av prov ett och två där prov ett har en mer spridd kornstorleksfördelning än prov två.

Prov två är mer koncentrerat till de grövre storlekarna (fingrus, mellangrus) och även mindre spridd över kornstorleksskalan. Vi kan även se i figur 23 att de finare storlekarna (silt) saknas eller är en väldigt liten andel. Detta torde bero på att här har ishavet (till skillnad mot punkt ett) kunnat svalla bort dessa fina kornstorlekar – och antagligen ligger de längre ned i landskapet i någon lägre belägen svacka.

Lerhaltskartorna nämnda i 4.2 skulle kunna vara till användning på samma sätt som markfuktighetskartorna hjälper det dagliga arbetet i drivningsplaneringen eftersom hela skogsbranschen talar om att ett av de stora målen är att minska mark- och körskador.

Eftersom antalet punkter varit begränsade med tanke på tiden som funnits till hands för utförande av laboratoriestudier kan resultatet ses som något översiktligt. I studien har variationerna i jordartsgeologier inte studerats på traktnivå vilket kan vara ett förslag till kommande års självständiga kandidatarbeten. Ej heller har ytstruktur eller lutning tagits i beaktande vid bedömning av grundförhållande och bärighet.

#### **4.4 Brister i studien**

Platserna för provtagningen i fält hade kunnat revideras istället för att accepteras rakt av. Men med stöd från handledare och vetenskapen om vem som valt ut dessa platser ansågs det underlaget så gott att någon vidare efterforskning efter bättre lokaler inte gjordes. I själva fältarbetet kunde man ha använt sig av litteratur (boniteringsböcker) för att på ett mer säkert sätt säkerställa exaktheten i markfuktighet. Vid användning av det så kallade köttögat ligger erfarenhet men med en liten risk för systematiska fel som gjorts redan vid inläring.

Mätningar och mätresultat som gjorts i laboratoriet kan även de kritiseras. Vid siktning är det alltid en liten mängd material som kilas fast och fastnar i springor på siktarna och i maskor och som sedan inte följer med till vägning och senare även sedimentation. För att minska detta svinn har dock en modifierad (avklippt) pensel använts för att få ut så mycket av det finkorniga materialet i behållarna som möjligt. I sedimentationsdelen kan en även kritisera nomogrammet som användes vid avläsning – det är helt enkelt väldigt lätt att göra en felaktig avläsning eller en avläsning som inte är speciellt noggrann som i sin tur kan påverka resultatet i ett senare skede. Denna period med avläsningar av hydrometern i sedimentationskolven sker även under en längre tid (2000 minuter d.v.s. 33 timmar och 20 minuter). Detta resulterar i att trots en tidig start för denna avläsningsperiod så kommer den sista avläsningstiden befinna sig på den tiden på dagen att en oftast legat till sängs för att vara pigg inför morgondagens intensiva avläsningar i början av avläsningsperioden. Den mänskliga faktorn kan även ha äventyrat avläsningarna.

Eftersom det var svårt att vara noggrann i den relativt viktiga delen med avläsning i nomogrammet får anslaget om att inget av proven innehöll lera ifrågasättas. Antagligen fanns lera med i ett eller fler av proven i varierande mängd, men detta kan ha varit en sådan mängd att det i det stora hela inte gav utslag ( $> 1\%$ ). Denna tes kommer dock inte behandlas vidare i denna rapport.

#### ***4.5 Slutsatser***

- Kunskap om avverkningstraktens jordart är viktigt
- Variationen i normala grundförhållanden i ett område kan vara stor
- Lika jordarter med två olika markfuktigheter har olika betydelse för grundförhållandeklassen





## 5. Referenslista

### 5.1 Publikationer

Angelstam, P., Gustafsson, B., Johansson, H-G., Loman, G., Minell, H., Olsson, M., Ottosson, M., Rodhe, A., Troedsson, T., Wiberg, L., Wiklander, G. & Sörvik, B. (1997). *Marken i skogslandskapet*. Jönköping : Skogsstyrelsen.

Berg, S. (1995). *Terrängtypschema för skogsarbete*. Gävle: Skogforsk.

Karlsson, R & Hansbo, S. (1981). *Jordarternas indelning och benämning – geotekniska laboratorieanvisningar, del 2*. 2. Uppl. Stockholm : Statens råd för byggnadsforskning

Karlström, M. (2016). Skonsam Drivning. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet/Skogsmästarprogrammet (Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet 2016: 22)

Lundmark, J-E. (1986). *Skogsmarkens Ekologi, Ståndortsanpassat Skogsbruk, Del 1 – Grunder*. 1. Uppl. Jönköping : Skogsstyrelsen

Malmberg, C-E & Granström, L. (1981). *Terrängmaskinen, del 1*. 3. Uppl. Stockholm : Forskningsstiftelsen Skogsarbeten

Mohtashami, S. (2018). Lerhaltskartor kan minska körskadorna. *Vision*, nr 02 2018, ss. 5.

Norrlin, J. (2010). *Beskrivning till jordartskartan 11F Lindesberg NO*. Uppsala : Sveriges geologiska undersökning.

Olsson, K. (2014). Naturvårdare anmäler körskador. *Dalarnas Tidningar*. 7 maj.

Persson, P-E. (2013). *Arbete i avverkningslag, Del 1*. 5. Uppl. Mora In Europe AB.

Sonesson, J., Mohtashami, S., Söderman, U., Barth, A., Jönsson, P., Mörk, A., Thor, M. & Jonmeister, T. (2012). *Beslutsstöd och metod för att minimera markpåverkan vid drivning – Slutrapport från projekt ID 0910/143-10*. Uppsala : Skogforsk. (Arbetsrapport från Skogforsk nr: 772-2012) Tillgänglig: [https://www.skogforsk.se/cd\\_48e559/contentassets/c4133fa4b78445819a4f31164b939630/beslutsstod-och-metod-for-att-minimera-markpaverkan-vid-drivning.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_48e559/contentassets/c4133fa4b78445819a4f31164b939630/beslutsstod-och-metod-for-att-minimera-markpaverkan-vid-drivning.pdf) [2019-02-07].

Yrgård, A. (u.å.). *Istiden i Bergslagen*. Västerås : Länsstyrelsen i Västmanland.

## **5.2 Icke publicerat material**

Högberg, Hans. (1989) *Laborations- och fältkurs i marklära*. Opublicerat manuskript. Skogsmästarskolan. Skinnskatteberg : Sveriges Lantbruksuniversitet

## **5.3 Internetdokument**

### **Länk A:**

Lindeqvist, C. (2011). ”Geodagen” blir den 13 maj – en fredag!. *Ekomuseums blogg*. [Blogg]. 3 februari. Tillgänglig: <http://ekomuseum.se/allmant/geodagen-blir-den-13-maj-en-fredag/> [2019-02-04]

### **Länk B:**

Upplev Skinnskatteberg (2019). *Friluftsliv*. Tillgänglig: <http://upplevskinnskatteberg.se/friluftsliv/> [2019-02-04]

### **Länk C:**

Skogskunskap (2019). *Ståndortsplanering*. Tillgänglig: <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/planera-och-forbered-foryngringen/standortsplanering/> [2019-03-15]

## **5.4 Bild/figur förteckning**

Hedin, P. (u.å.) Ishavets sträckning. [bild]. I Yrgård, A. Istiden i bergslagen. Västerås : Länsstyrelsen i Västmanland.

Lantmäteriet. (2019). *Kartsök och ortnamn : topografiska kartan skala 1:127 488*. [Kartografiskt material]. Gävle : LMV. Tillgänglig: <https://kso.etjanster.lantmateriet.se/?e=531875&n=6637430&z=7> [2019-02-18]

Tamm, O-F.S. (1959). Studier över klimatets humiditet i Sverige . *Kungliga Skogshögskolans Skrifter*, nr 32, ss. 30.

## **6. Bilagor**

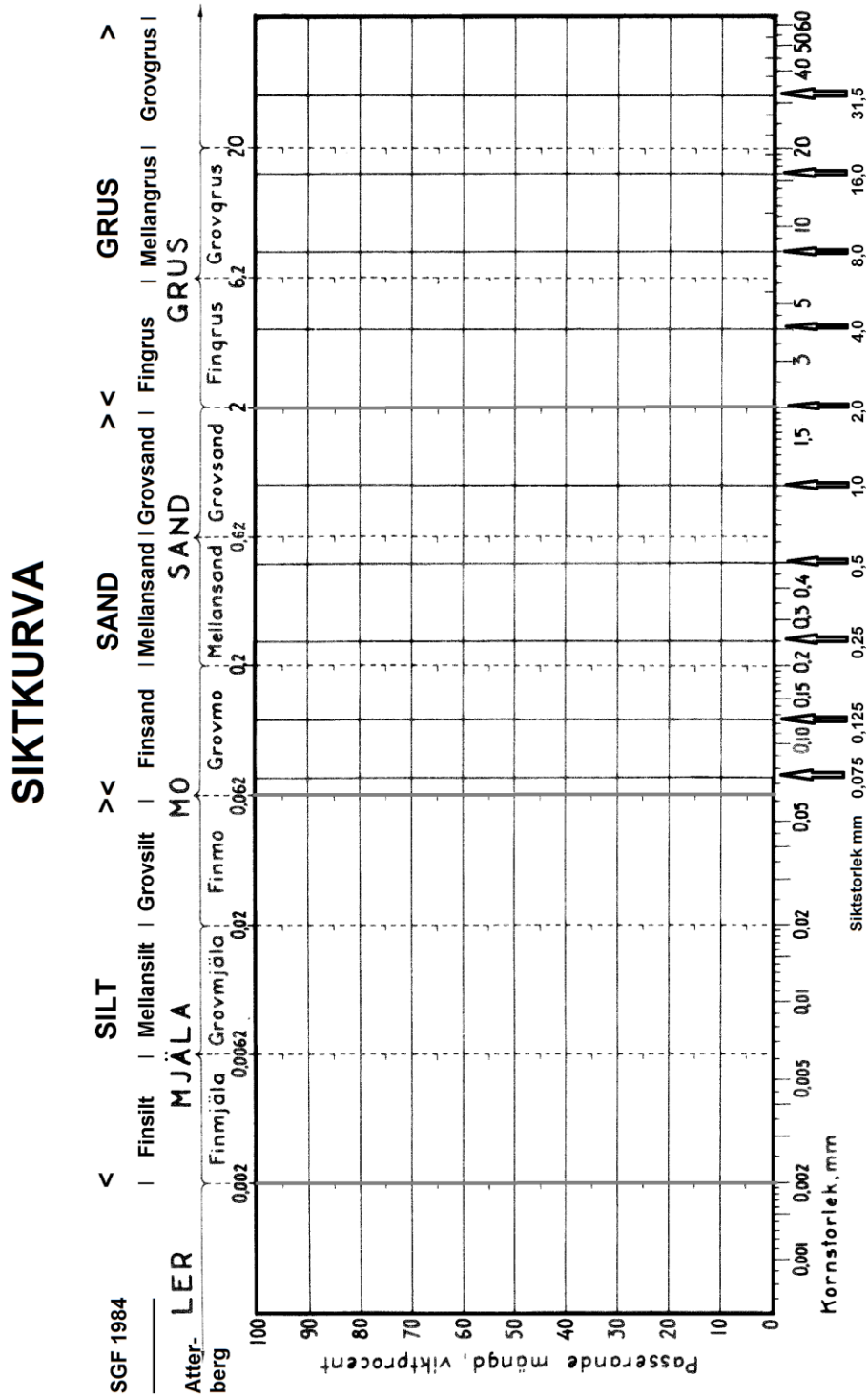
Bilaga 1	Karta	sid 38
Bilaga 2	Blankett mekanisk analys	sid 39
Bilaga 3	Nomogram och diagram för siktkurva	sid 40 – 41
Bilaga 4	Sammanfattning översiktligt resultat	sid 42

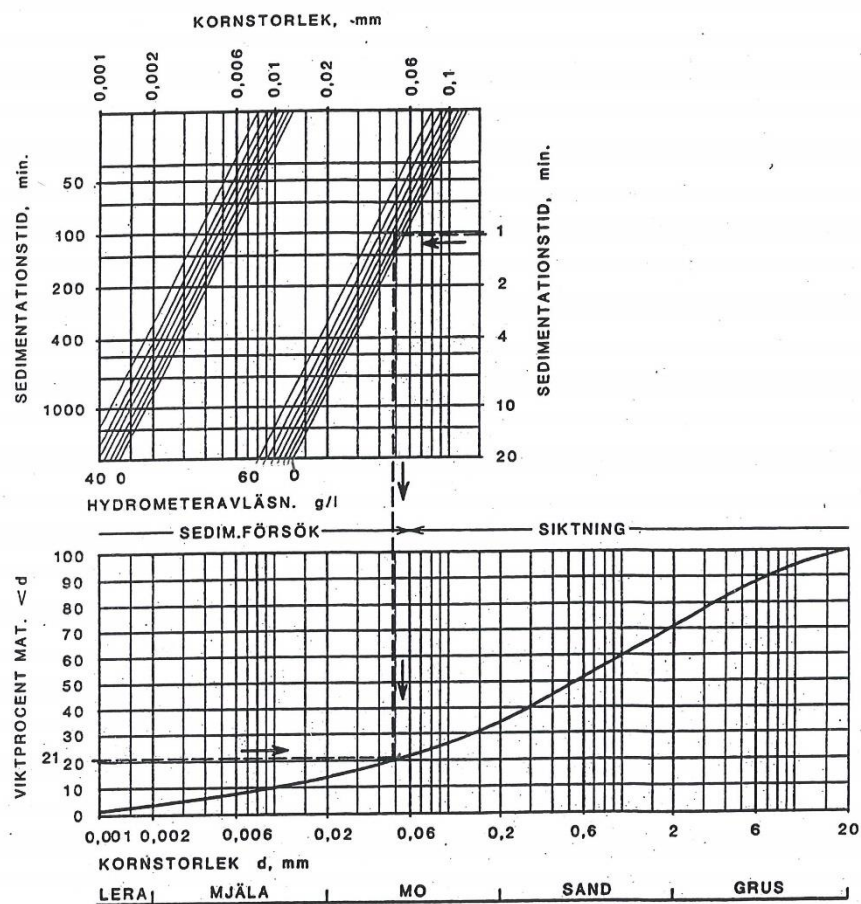
1. Finkornig morän över HK  
 2. Svallad morän nära HK  
 3. Stor & rikblockig morän  
 4. Sandig moig morän  
 5. Silt  
 6. Finsand, vindavlagrad  
 7. Mellansand, randdelta  
 8. Rullstensåsmaterial

## 6.2 Blankett mekanisk analys

<b>Datasammanställning</b>						
					Tot. Gram	
A. Sikning av hela jordprovet						g
> 8 mm		g		%		
4 - 8 mm		g		%		
2 - 4 mm		g		%		
< 2mm		g		%		
SUMMA:		g		%		
B. Slamning, hydrometervärden						
1 min		%				
2 min		%				
5 min		%				
10 min		%				
20 min		%				
50 min		%				
100 min		%				
200 min		%				
300 min		%				
1000 min		%				
2000 min		%				
C. Torrsiktning av finjord efter avslamning						
> 1 mm		g				
0,5 - 1 mm		g				
0,25 - 0,5 mm		g				
0,125 - 0,25 mm		g				
< 0,125 mm		g				

### 6.3 Nomogram och diagram för siktkurva





Figur 2.5. Uppritning av kornfördelningskurva med hjälp av nomogram.

## 6.4 Sammanställt översiktligt resultat

Pt.	SWEREF 99 TM		Höjd över havet (ungefärligt värde)	Markfuktighet	Jordart	Bärighet enl. terrängtypschemat
	Norrvärde (N)	Östvärde (E)	(m)			
1	6636439	534073	187	Frisk	Sandigt-siltigt grus	2
2	6636645	534450	160	Frisk	Sandigt grus	1
3	6643119	529674	200	Frisk	Siltigt grus	1
4	6644303	526196	192	Frisk-fuktig	Siltig sand	3
5	6638712	534005	110	Frisk-fuktig	Sandig silt	3
6	6641699	526210	167	Frisk	Sandig silt	2
7	6631639	528608	170	Frisk	Något siltig sand	3
8	6642690	525595	190	Frisk	Grusig sand	2